

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of
K. ISHIDA, et al.

Serial No.: To Be Assigned

Art Unit: To Be Assigned

Filed: February 28, 2002

Examiner: To Be Assigned

For: Free-Cutting Tool Steel

TRANSMITTAL

Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 CFR 1.55 and the requirements of 35 U.S.C. 119, attached hereto are certified copies of the priority applications, Japanese Patent Application No. 2001-060782 and No. 2001-060809, filed March 5, 2001; and No. 2001-278579, filed September 13, 2001.

It is respectfully requested that applicants be granted the benefit of the filing dates of the foreign applications and that receipt of these priority documents be acknowledged in due course.

Respectfully submitted,

TOWNSEND & BANTA

Donald E. Townsend, Jr.

Donald E. Townsend, Jr.
Reg. No. 43,198

TOWNSEND & BANTA
1125 Eye Street, N.W.
Suite 500, #50028
Washington, D.C. 20005
(202) 682-4727

Date: February 28, 2002

MAT\com

17 U.S. PTO
10/084495
02/28/02

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 3月 5日

出願番号

Application Number:

特願2001-060809

[ST.10/C]:

[JP2001-060809]

出願人

Applicant(s):

石田 清仁

独立行政法人産業技術総合研究所

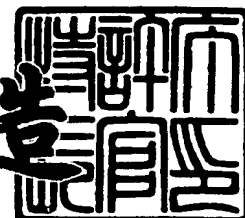
及川 勝成

大同特殊鋼株式会社

2002年 1月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3117026

【書類名】 特許願
【整理番号】 AX0105001D
【提出日】 平成13年 3月 5日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C22C 38/00
【発明者】

【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区上杉 3 - 5 - 2 0

【氏名】 石田 清仁

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県柴田郡柴田町西船迫 4 - 1 - 3 4

【氏名】 及川 勝成

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市南区大同町 2 丁目 3 0 番地 大同特殊鋼
株式会社 技術開発研究所内

【氏名】 藤井 利光

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市南区大同町 2 丁目 3 0 番地 大同特殊鋼
株式会社 技術開発研究所内

【氏名】 松田 幸紀

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市南区大同町 2 丁目 3 0 番地 大同特殊鋼
株式会社 技術開発研究所内

【氏名】 尾崎 公造

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市南区大同町 2 丁目 3 0 番地 大同特殊鋼
株式会社 技術開発研究所内

【氏名】 倉田 征児

【特許出願人】

【識別番号】 591149229

【氏名又は名称】 石田 清仁

【特許出願人】

【識別番号】 301000011

【氏名又は名称】 産業技術総合研究所長 日下 一正

【特許出願人】

【識別番号】 599125467

【氏名又は名称】 及川 勝成

【特許出願人】

【識別番号】 000003713

【氏名又は名称】 大同特殊鋼株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095751

【弁理士】

【氏名又は名称】 菅原 正倫

【電話番号】 052-212-1301

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003388

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709416

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 快削性工具鋼

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 0. 1 ～ 2. 5 質量%の C を含有し、

T i の含有率を WTi (質量%)、Z r の含有率を WZr (質量%) として、

WTi + 0. 5 2 WZr が 0. 0 3 ～ 3. 5 質量%

となるように、T i 及び／又は Z r を含有し、

S の含有率を WS (質量%)、S e の含有率を WSe (質量%)、T e の含有率を WTe (質量%) として、

WS + 0. 4 WSe + 0. 2 5 WTe が 0. 0 1 ～ 1. 0 質量%となり、かつ、

(WTi + 0. 5 2 WZr) / (WS + 0. 4 WSe + 0. 2 5 WTe) が 1 ～ 4、

となるように S、S e 及び T e の少なくともいずれかを含有し、

かつ、T i 及び／又は Z r を金属元素成分の主成分とし、該金属元素成分との結合成分として、C を必須とし、S、S e 及び T e の少なくともいずれかを含有する快削性付与化合物相が、断面における面積率にて 0. 1 ～ 1 0 % の範囲にて組織中に分散形成されていることを特徴とする快削性工具鋼。

【請求項 2】 前記快削性付与化合物相は、組成式 $M_4 Q_2 C_2$ (ただし、M は T i 及び／又は Z r を主成分とする金属元素成分、Q は S、S e 及び T e の少なくともいずれか) にて表される化合物相を主体とするものである請求項 1 記載の快削性工具鋼。

【請求項 3】 2. 0 質量%以下の M n、2. 5 質量%以下の N i、1 7 質量%以下の C r、M o + 0. 5 W が 1 2 質量%以下となる M o 及び／又は W、及び 6 質量%以下の V、1 5. 0 質量%以下の C o から選ばれる 1 種以上を含有する請求項 1 又は 2 に記載の快削性工具鋼。

【請求項 4】 S i 含有量が 2. 0 質量%以下、A l 含有量が 0. 1 質量%及び N 含有量が 0. 0 4 0 質量%以下である請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の快削性工具鋼。

【請求項 5】 0. 0 0 5 0 質量%以下の C a、0. 2 質量%以下の P b、0. 2 質量%以下の B i、及び N b + 0. 5 T a の合計が 0. 0 5 質量%以下とな

る Nb 及び／又は Ta、及び 0.50 質量%以下の希土類金属元素の 1 種以上を含有する請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の快削性工具鋼。

【請求項 6】 C を 0.1～0.6 質量%含有し、

2.0 質量%以下の Mn、1.0 質量%以下の Ni、3 質量%以下の Cr、Mo + 0.5 W の合計が 1.0 質量%以下となる Mo 及び／又は W、0.5 質量%以下の V 及び 1.0 質量%以下の Co から選ばれる 1 種以上を含有する請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の快削性工具鋼。

【請求項 7】 プラスチック成型金型用素材として使用される請求項 6 記載の快削性工具鋼。

【請求項 8】 C を 0.2～0.6 質量%含有し、

0.3～7 質量%の必須成分としての Cr、2.0 質量%以下の Mn、2.5 質量%以下の Ni、Mo + 0.5 W の合計が 4.0 質量%以下となる Mo 及び／又は W、2 質量%以下の V 及び 5.0 質量%以下の Co から選ばれる 1 種以上を含有する請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の快削性工具鋼。

【請求項 9】 熱間金型用素材として使用される請求項 8 記載の快削性工具鋼。

【請求項 10】 C を 0.3～1.8 質量%含有し、

4 質量%以下の Cr、2.0 質量%以下の Mn、2.5 質量%以下の Ni、Mo + 0.5 W の合計が 2.5 質量%以下となる Mo 及び／又は W、1 質量%以下の V 及び 1.0 質量%以下の Co から選ばれる 1 種以上を含有する請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の快削性工具鋼。

【請求項 11】 冷間金型用素材、切削工具用素材、又は耐衝撃工具用素材として使用される請求項 10 記載の快削性工具鋼。

【請求項 12】 C を 0.5～2.5 質量%含有し、

4～17 質量%の必須成分としての Cr、2.0 質量%以下の Mn、1.0 質量%以下の Ni、Mo + 0.5 W の合計が 1.5 質量%以下となる Mo 及び／又は W、1 質量%以下の V 及び 1.0 質量%以下の Co から選ばれる 1 種以上を含有する請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の快削性工具鋼。

【請求項 13】 冷間金型用素材として使用される請求項 12 記載の快削性

工具鋼。

【請求項 1 4】 C を 0. 5 ～ 2. 0 質量% 含有し、

3 ～ 7 質量% の必須成分としての Cr、Mo + 0. 5 W の合計が 4 ～ 1 2 質量% 以下となる必須成分としての Mo 及び / 又は W、0. 5 ～ 6. 0 質量% の必須成分としての V、2. 0 質量% 以下の Mn、1. 0 質量% 以下の Ni 及び 1 5. 0 質量% 以下の Co から選ばれる 3 種以上を含有する請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の快削性工具鋼。

【請求項 1 5】 切削工具用素材、冷間金型用素材、又は熱間金型用素材として使用される請求項 1 4 記載の快削性工具鋼。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は工具や金型の素材として使用される工具鋼、特に快削性を有する工具鋼に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

金型や工具類は、焼なまし状態の鋼材を用い、荒加工、焼入焼戻しによる所定の硬さへの調整後、仕上げ加工されることが多い。また、納期短縮を目的に、所定の硬さに焼入焼戻しを行った材料を用い、直接、金型や工具類に最終加工する場合もある。これは、最終的に金具や工具を製造するための、素材供給者と金型あるいは工具の製造者であるユーザーとの工程分担に関係する。つまり、前者では素材供給者は焼きなまし状態でユーザーへ鋼材を供給し、ユーザー側では粗加工、焼入焼戻し処理及び仕上げ加工を負担する形となるが、後者では焼入焼戻し材の形で鋼材が供給され、ユーザー側では最終加工のみを分担する形となる。ただし、この最終加工は、粗加工を経ていないので加工量自体はやや大きくなる。

【0 0 0 3】

上記いずれの場合においても、加工は切削加工や研削加工などの除去加工を主体として行なわれることになるが、工具鋼の場合、被加工材に十分打ち勝つだけの硬度や靱性が要求されるので、その工具鋼自体の加工を行なうことは、他の鉄

系材料と比較すれば容易ではない。特に、焼入焼戻しを行なった後では、加工は一層困難となる。近年では、金型や工具の製造コスト低減を図るために、金型の納期短縮や無人加工を拡大する必要性が高まってきており、これに対応するため、既存の材料よりも被削性を改善した材料の提供が望まれていた。

【 0 0 0 4 】

鉄系材料の被削性向上元素としては、S、Pb、Se、Bi、Te、Caなどが知られている。このうち、Pbは、環境保護に対する関心が地球規模で高まりつつある近年では次第に敬遠されるようになっており、その使用を制限する機器や部品も多くなりつつある。そこで、SやTeを被削性向上元素の主体として用いた材料が、代替材料として考えられている。これらは、主にMnSやMnTeなどの介在物を生成させ、介在物に対する切屑形成時の応力集中効果や、工具と切屑間の潤滑作用により被削性や研削性を高めるようにしている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、SやTeを被削性向上元素として用いた鋼材では、MnSやMnTe等の介在物は被削性を向上させはするものの、圧延や鍛造時にその鍛伸方向に伸長しやすく、材料の機械的性質に望まざる異方性を生じやすい欠点があった。具体的には、上記鍛伸方向と直角な向き（以下、T方向という）の靱性が低下する結果、耐割れ性が損なわれる問題が生ずる。また、工具や金型の使用形態に応じて、材料の使用方向をいちいち考慮しなければならず、製造能率や、材料活用の歩留まり低下などにもつながりやすい。

【 0 0 0 6 】

本発明の課題は、優れた被削性を有するとともに、素材の鍛伸方向に関する機械的特性、特に靱性に異方性が生じにくい快削性工具鋼を提供することにある。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】

上記の課題を解決するために、本発明の快削性工具鋼は、

0. 1～2. 5質量%のCを含有し、

Tiの含有率をWTi（質量%）、Zrの含有率をWZr（質量%）として、

$WTi + 0.52WZr$ が 0.03 ~ 3.5 質量%

となるように、Ti 及び／又は Zr を含有し、

S の含有率を WS (質量%)、Se の含有率を WSe (質量%)、Te の含有率を WTe (質量%) として、

$WS + 0.4WSe + 0.25WTe$ が 0.01 ~ 1.0 質量% となり、かつ、

$(WTi + 0.52WZr) / (WS + 0.4WSe + 0.25WTe)$ が 1 ~ 4、

となるように S、Se 及び Te の少なくともいずれかを含有し、

かつ、Ti 及び／又は Zr を金属元素成分の主成分とし、該金属元素成分との結合成分として、C を必須とし、S、Se 及び Te の少なくともいずれかを含有する快削性付与化合物相が、断面における面積率にて 0.1 ~ 10% の範囲にて組織中に分散形成されていることを特徴とする。なお、本明細書にて、「主成分」(「主体に」等も同様)とは、着目している材料あるいは組織において、最も重量含有率の高い成分(相も概念として含む)を意味する。

【0008】

上記のような組成範囲の C、Ti、Zr、S、Se 及び Te を含有させることにより、鋼材組織中に Ti 及び／又は Zr を金属元素成分を主成分とし、該金属元素成分との結合成分として、C を必須とし、S、Se 及び Te の少なくともいずれかを含有する快削性付与化合物相が分散形成される。この化合物の形成により、鋼材に良好な被削性を付与することができる。本発明者らは、切削や研削などの加工を施す際には、除去される材料部分が加工により切り離される際に、細かく分散した粒状の快削性付与化合物相がいわばミシン目のように作用して、切断面の形成を促す結果、被削性が向上するものと考えている。

【0009】

そして、重要な点は、このような快削性付与化合物相は、圧延や鍛造を経ても鍛伸方向に伸長せず、粒状の状態を維持することにある。その結果、鍛伸方向に延伸しやすい MnS 等と異なり、前記 T 方向の靱性低下を著しく抑制することが可能となる。また、本発明の快削性工具鋼は、焼なまし状態のみならず焼入焼戻し状態においても被削性が良好であり、前記した納期短縮化に対応するための、焼入焼戻し状態での重加工にも十分に対応できるようになる。

【0010】

快削性付与化合物相は、上記の通り、断面における面積率にて0.1～10%の範囲にて組織中に分散形成されている必要がある。該面積率が0.1%未満では被削性向上効果に乏しく、10%を超えると靱性低下を招く。該面積率は、より望ましくは0.2～4%とするのがよい。また、被削性向上効果を高めるためには、研磨断面組織において観察される快削性付与化合物相の寸法（観察される化合物粒子の外形線に位置を変えながら外接平行線を引いたときの、その外接平行線の最大間隔にて表す）の平均値を、例えば、1～5 μm 程度とすることがましい。

【0011】

快削性付与化合物相は、例えば組成式 $M_4Q_2C_2$ （ただし、MはTi及び／又はZrを主成分とする金属元素成分、QはS、Se及びTeの少なくともいずれか）にて表される化合物相を主体とするものとすることができる。この化合物は、鍛伸方向への延伸が特に生じにくく、また、組織中への分散性も良好で、材料の機械的特性に極端な異方性を生ずることなく、被削性を高める効果に優れている。なお、上記の化合物における成分Mについては、Tiを必須とするがZrが含有されていてもよく、また、合金成分としてVが含有されている場合には、その少なくとも一部がM成分に含まれていてもよい。また、Q成分についても、S、Se及びTeのいずれか一種のみが含有されていても、2種以上含有されていてもいずれでも良い。さらに、成分M及びQともに、本発明の効果発現のため、上記快削性付与化合物相が備えているべき難延伸性及び分散性が損なわれない範囲にて、上記以外の成分が副成分として含有されていることを妨げない。

【0012】

なお、鋼中の $M_4Q_2C_2$ 系化合物（以下、本明細書では略称として「TIC S」との表記を用いる場合がある）の同定は、X線回折（例えば、ディフラクトメータ法）や電子線プローブ微小分析（EPMA）法により行うことができる。例えば、 $M_4Q_2C_2$ 系化合物が存在しているか否かは、X線ディフラクトメータ法による測定プロファイルに、対応する化合物のピークが現れるか否かにより確認できる。また、組織中における該化合物の形成領域は、鋼材の断面組織に対

してEPMAによる面分析を行い、Ti、Zr、S、SeあるいはCの特性X線強度の二次元マッピング結果を比較することにより特定できる。

【0013】

以下、本発明の工具鋼における各成分の含有範囲の限定理由について説明する。

まず、Cは、工具鋼としての耐摩耗性を確保するために必須の元素であり、また、本発明では、快削性付与化合物相の必須元素でもある。ただし、含有量が0.1質量%未満では工具鋼として十分な硬さ、耐摩耗性を確保できなくなる。他方、過度の添加は靱性や熱間強度の低下を招くため上限を2.5質量%とする。

【0014】

TiとZrとは、本発明の快削性工具鋼において被削性向上効果発現の中心的役割を果たす快削性付与化合物相の必須構成元素である。 $WTi + 0.52WZr$ が0.03質量%未満では快削性付与化合物相の形成量が不十分となり、十分な被削性向上効果が見込めなくなる。他方、 $WTi + 0.52WZr$ が過剰となった場合も、被削性は却って低下するので、上限を3.5質量%とする。

【0015】

なお、前述の $M_4Q_2C_2$ 化合物相のように、快削性付与化合物相は、金属成分Mに対する結合成分QあるいはCの結合化学量論比が略一定であり、快削性付与の本質は、その化合物の形成面積率により支配されることが、略経験的に判明している。従って、相形成量を見積もる尺度としてのMやQの含有率は、重量含有率よりも原子含有率を用いたほうが便利であることが多い。本明細書では、M成分は、Tiを基準とした原子相対含有率、つまり、同原子数のTi重量に換算した形にて最適の含有率範囲を表示している。また、後述するQ成分は、Sを基準とした原子相対含有率、つまり、同原子数のS重量に換算した形にて最適の含有率範囲を表示している。例えば、M成分の場合、上記においてWZrに係数0.52を乗じているのは、この目的のためであり、他の副成分が含有される場合には、同原子数のTi重量に換算するための係数を乗じた質量含有率の合計が、0.03～3.5質量%となっていることが望ましい。

【0016】

同様に、S、Se及びTe（Q成分）も快削性付与化合物相の必須構成元素である。前記 $WS + 0.4 WSe + 0.25 WTe$ が0.01質量%未満では、快削性付与化合物相の形成量が不十分となり、十分な被削性向上効果が見込めなくなる。他方、 $WS + 0.4 WSe + 0.25 WTe$ が過剰になると靱性が低下するので、上限を1.0質量%とする。なお、Q成分についても、他の副成分が含有される場合には、同原子数のS重量に換算するための係数を乗じた質量含有率の合計が、0.01～1.0質量%となっていることが望ましい。

【0017】

快削性付与化合物相として前述の $M_4Q_2C_2$ 化合物相が主体的に形成される場合、該化合物中のMを全てTiとし、Qを全てSとした場合のMとQとの重量比は3：1である。したがって、理想的には、MとQとを過不足なく添加すること、つまり、 $Ti/S = (WTi + 0.52 WZr) / (WS + 0.4 WSe + 0.25 WTe)$ が3であることが好ましい。ただし、過度の靱性異方性を生ずることなく被削性向上させる本発明の効果は、上記値が3の場合に限らず、1～4の範囲でも十分達成可能である。

【0018】

次に、本発明の快削性工具鋼には、2.0質量%以下のMn、2.5質量%以下のNi、1.7質量%以下のCr、 $Mo + 0.5W$ が1.2質量%以下となるMo及び／又はW、及び6質量%以下のV、15.0質量%以下のCoから選ばれる1種以上を含有。以下、その理由について説明する。

【0019】

Mn：焼入性向上及び硬さ向上の効果を有する。また、SやSeとの共存により被削性に有効な化合物を生成するため、被削性が特に重視される場合に添加すると有効である。ただし、より顕著な効果を期待する場合は、含有量を0.1質量%以上とすることが望ましい。一方で、過度のMnSの形成は、前記した靱性の過度の異方性化を招くので、2質量%を上限とする。なお、Mnは、精錬時における脱酸元素としても有用であり、不可避免的に含有されることがある。

【0020】

Ni：焼入性の向上、基地の強化、あるいは耐食性向上に有効である。より顕著

な効果を期待する場合は、含有量を 0.1 質量%以上とすることが望ましい。他方、過度に添加すると加工性が低下するために、上限を 2.5 質量%とする。

【0021】

Cr：炭化物を形成して基地の強化や耐摩耗性を向上させ、また、焼入性を向上させる効果を有する。ただし、より顕著な効果を期待する場合は、含有量を 0.1 質量%以上とすることが望ましい。他方、過度の添加は焼入性や熱間強度の添加を招くため、上限を 17.0 質量%とする。

【0022】

Mo, W：炭化物を形成して基地の強化や耐摩耗性を向上させ、また、焼入性を向上させる効果を有する。Mo と W は同等の効果を有する元素であり、W は Mo の約 2 倍の原子量であることから $Mo + 0.5W$ で規定する（当然、いずれか一方のみの添加としてもよいし、双方を共添加することもできる）。ただし、より顕著な効果を期待する場合は、 $Mo + 0.5W$ を 0.1 質量%以上とすることが望ましい。Mo 及び／又は W 過度の添加は炭化物量を増加させ、靱性の添加を招くため、 $Mo + 0.5W$ の上限を 12.0 質量%とする。

【0023】

V：炭化物を形成し、基地の強化や耐摩耗性向上の効果を有する。また、微細な炭化物の形成により、結晶粒の微細化ひいては靱性の向上にも有効である。ただし、より顕著な効果を期待する場合は、含有量を 0.1 質量%以上とすることが望ましい。なお、V は、前記した $M_4Q_2C_2$ 化合物の形成成分ともなりうる。他方、過度に添加すると靱性の低下を招くため、上限を 6.0 質量%とする。

【0024】

Co：マトリックスの強化に有効である。より顕著な効果を得るためには 0.3 質量%以上は含有させるのが良い。しかしながら、過剰に添加させると、熱間加工性が低下するとともに、原料コストの上昇を招くことから、上限を 1.5 質量%とする。

【0025】

また、以下の元素は積極添加も可能であるが、製法上の理由により不可避免的に混入することもあり、その許容上限値とともに以下に示す。

Si : 精錬時に脱酸元素として使用され、不可避免的に含有されることが多い。他方、積極添加効果としては、軟化抵抗性を増し、熱間金型や切削工具に用いる場合は、高温保持時の軟化を抑制する効果がある。ただし、Si量の低減により靱性が向上することから、Siを極力低減させる場合もある。この場合は、Al、Mn、Caなど他の元素で脱酸を行う。Si量の増加による靱性低下に配慮し、上限を2.0質量%とする。

【0026】

Al : 精錬時に脱酸元素として使用され、不可避免的に含有されることが多い。また、積極添加効果としては、AlNの形成により結晶粒の微細化ひいては強度あるいは靱性の向上に寄与しうる。ただし、過度の含有は靱性の低下を招くため、上限を0.1質量%とする。

【0027】

N : 鋼の製造上、不可避免的に混入する元素である。他方、Ti、Al、Vなどと窒化物を形成し、結晶粒の微細化に有効であるため積極的に添加する場合もある。ただし、本発明においては、過度に添加するとTiNが多量に形成され、 $M_4Q_2C_2$ 相等の快削性付与化合物相の形成量が減少するため、上限を0.040質量%とする。

【0028】

また、本発明の快削性工具鋼には、必要に応じて以下のような元素を含有させることができる。

Ca : ≤ 0.050 質量%

熱間加工性の向上に有効な元素である。また、硫化物や酸化物を形成し被削性の向上にも有効である。しかしながら、過剰に添加しても、これらの効果が飽和してしまうため、その含有量を上限を0.050質量%とする。

【0029】

Pb : ≤ 0.2 質量%、Bi : ≤ 0.2 質量%

いずれも鋼中に分散し、被削性を高める効果を有する。ただし、過度に添加すると熱間加工性が低下するため、上限を0.2質量%とする。また、顕著な効果を得るには、いずれも0.02質量%以上の添加とすることが望ましい。

【0030】

B : ≤ 0.010 質量%

焼入性を向上させるのに有効な元素である。ただし、過度に添加すると熱間加工性や靱性が低下するので、上限を 0.010 質量%とする。また、顕著な効果を得るには、 0.001 質量%以上の添加とすることが望ましい。

【0031】

Nb (質量%) + $0.5Ta$ (質量%) : ≤ 0.05 質量%

いずれも微細な炭化物を形成し、結晶粒の微細化ひいては靱性の向上に有効である。なお、 Ta は Nb の約 2 倍の原子量であり、 $Nb + 0.5Ta$ で規定する (Nb 及び Ta の一方のみの添加としてもよいし、共添加してもよい)。なお、過度に添加してもその効果が飽和することから、 $Nb + 0.5Ta$ の上限は 0.05 質量%に定める。また、顕著な効果を得るには、 $Nb + 0.5Ta$ を 0.005 質量%以上の添加とすることが望ましい。

【0032】

・希土類金属元素 (REM) : ≤ 0.50 質量%

O、P 等の不純物を固定し、基地の清浄度を高め、靱性を向上させる効果を有する。多量に添加すると地疵が発生するため、上限を 0.50 質量%とする。なお、REM としては、放射活性の低い元素を主体的に用いることが取り扱い上容易であり、この観点において、Sc、Y、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb 及び Lu から選ばれる 1 種又は 2 種以上を使用することが有効である。特に上記効果のより顕著な発現と価格上の観点から、軽希土類、特に La あるいは Ce を使用することが望ましい。ただし、希土類分離過程等にて不可避免的に残留する微量の放射性希土類元素 (例えば Th や U など) が含有されていても差し支えない。また、原料コスト低減等の観点から、ミッシュメタルやジジムなど、非分離希土類を使用することもできる。

【0033】

なお、本発明の快削性工具鋼は、工具鋼として使用されている種々の従来組成の鋼をベースとして、これに上記の快削性付与化合物相を組織中に分散形成させることで、ベースとなる工具鋼の性能を大きく損ねることなく、これに良好な被

削性を付与することができる。以下、その具体例について説明する。

【0034】

①Cを0.1～0.6質量%含有し、2.0質量%以下のMn、1.0質量%以下のNi、3質量%以下のCr、Mo+0.5Wの合計が1.0質量%以下となるMo及び／又はW、0.5質量%以下のV及び1質量%以下のCoから選ばれる1種以上を含有する組成。この組成の鋼材は、硬さや耐熱性がそれほど要求されず、例えばプラスチック成型金型用素材など、キャビティ形成等のための複雑な切削加工が容易であることが要求される用途に適している。ベース組成の代表例としては、JIS：S55C、AISI：P20等を例示できる。

【0035】

②Cを0.2～0.6質量%含有し、0.3～7質量%の必須成分としてのCr、2.0質量%以下のMn、2.5質量%以下のNi、Mo+0.5Wの合計が4.0質量%以下となるMo及び／又はW、2質量%以下のV及び5.0質量%以下のCoから選ばれる1種以上を含有する組成。これは、上記①の組成に加え、一定量のCrを配合することにより高温強度を改善した材質に相当し、例えば熱間金型用素材（例えば、熱間プレス金型、熱間鍛造金型、ダイキャスト金型、熱間押出成形用金型など）等として用いるのが有効である。ベース組成の代表例としては、JIS：SKD6、SKD8、SKD61、Cr-Mo鋼（例えば5質量%Cr-3質量%Mo）等を例示できる。

【0036】

③Cを0.3～1.8質量%含有し、4質量%以下のCr、2.0質量%以下のMn、2.5質量%以下のNi、Mo+0.5Wの合計が2.5質量%以下となるMo及び／又はW、1質量%以下のV及び1.0質量%以下のCoから選ばれる1種以上を含有する組成。高炭素組成により一層の硬さの向上を図った材質に相当し、冷間金型用素材（冷間プレス金型、プレスパンチ、抜き型、ダイスなど）、切削工具用素材（ナイフ、かみそり、のこ刃など）、耐衝撃工具用素材（たがねやポンチなど）として使用するのに適している。ベース組成の代表例としては、JIS：SK3、SKS4、SKS51等を例示できる。

【0037】

④Cを0.5～2.5質量%含有し、4～17質量%の必須成分としてのCr、2.0質量%以下のMn、1.0質量%以下のNi、Mo+0.5Wの合計が1.5質量%以下となるMo及び／又はW、1質量%以下のV及び1.0質量%以下のCoから選ばれる1種以上を含有する組成。高炭素域でCr含有により耐摩耗性や焼入れ性を改善した鋼種であり、例えば冷間金型用素材（冷間プレス金型、プレスパンチ、抜き型、ダイスなど）として使用するのに適している。ベース組成の代表例としては、JIS：SKD1、SKD11、SKD12、Cr工具鋼（例えば8質量%Cr）等を例示できる。

【0038】

⑤Cを0.5～2.0質量%含有し、3～7質量%の必須成分としてのCr、Mo+0.5Wの合計が4～12質量%以下となる必須成分としてのMo及び／又はW、0.5～6.0質量%の必須成分としてのV、2.0質量%以下のMn、1.0質量%以下のNi及び15.0質量%以下のCoから選ばれる3種以上を含有する組成。ベース組成は高速度工具鋼（いわゆるハイス）に相当する。高速度工具鋼の周知の適用分野、例えば切削工具用素材（ドリル、エンドミル、バイト、スローアウェイチップなど）、冷間金型用素材（冷間プレス金型、プレスパンチ、抜き型、ダイスなど）、又は熱間金型用素材（熱間プレス金型、熱間鍛造金型、熱間押出成形用金型など）として使用するのに適している。なお、高速度工具鋼は、晶出炭化物により耐摩耗性を確保し、さらに、マトリックス（鉄系基質）中への炭化物の析出により強化しているが、炭化物の晶出を抑制し、マトリックスのみ通常の高速度工具鋼と同程度に炭化物を析出させて強化させた鋼材も、本明細書では高速度工具鋼に属するものとして取り扱う（いわゆるマトリックスハイス）。

【0039】

【実施例】

本発明の効果を確認するために、以下の実験を行った。

（実施例1）

前記①に該当する組成の合金として、表2及び表3に示す種々の合金（ベース組成の分類は表4の備考欄に示す）を、真空誘導炉にて150kgインゴットの

形で溶製・鋳造した。得られたインゴットは、1200℃で熱間鍛造することにより厚さ60mm、幅65mmの鋼片とした。得られた鋼片は、870℃で5時間保持した後15℃/hの条件で冷却することにより焼きなまし処理した。

【0040】

焼きなまし状態の鋼片から、シャルピー衝撃試験片（JIS：Z2202に規定された3号試験片（いわゆる2mmUノッチを有するもの））素材と、被削性試験片素材（寸法：高さ55mm、幅60mm、長さ200mmの直方体状）をそれぞれ切り出した。なお、シャルピー衝撃試験片は、ノッチ方向が熱間鍛造の鍛伸方向と平行となるT方向試験片と、同じく垂直となるL方向試験片との2種類を1組として作製した。また、上記被削性試験片素材の1つを用い、その表面を仕上げ加工して焼きなまし被削性試験片とした。

【0041】

次に、シャルピー衝撃試験片素材及び被削性試験片素材の一つを、表1に示すベース組成毎に一定の条件にて焼きならしあるいは焼入れ焼戻し処理を行い、さらに表面を仕上げ加工して最終的なシャルピー衝撃試験片及び焼入れ焼戻し（S55Cをベース組成とするもののみ焼きならし）被削性試験片とした。また、このうちの被削性試験片素材を用いてJIS：Z2245に規定された方法によりロックウェルCスケール硬さ（S55CのみJIS：Z2246に規定されたショア硬さ）を測定した。

【0042】

【表 1】

①焼ならし		焼ならし条件	硬さ
鋼種系			HS30
S55C系鋼		850℃×30分→空冷	
②焼入焼戻し		焼戻し条件	硬さ
鋼種系	焼入条件		
P20系改良鋼	970℃×30分→油冷	600℃～610℃×1h→空冷、1回	HRC30
SKD61系鋼	1030℃×30分→油冷	600℃～615℃×1h→空冷、2回	HRC45
5%Cr-3%Mo系鋼	1030℃×30分→油冷	625℃～645℃×1h→空冷、2回	HRC45
SKD8系鋼	1140℃×30分→油冷	610℃～630℃×1h→空冷、2回	HRC48
SKT4系	850℃×30分→油冷	540℃～560℃×1h→空冷、2回	HRC45
SKS11系鋼	780℃×30分→水冷	160℃～200℃×1h→空冷、2回	HRC62
SK3系鋼	780℃×30分→水冷	160℃～190℃×1h→空冷、2回	HRC63
SKS4系鋼	850℃×30分→油冷	170℃～200℃×1h→空冷、2回	HRC53
SKS51系鋼	820℃×30分→油冷	410℃～440℃×1h→空冷、2回	HRC45
SKD12系鋼	950℃×20分→空冷	180℃～200℃×1h→空冷、2回	HRC60
8%Cr系鋼	1030℃×20分→空冷	530℃～540℃×1h→空冷、2回	HRC60
SKD11系鋼	1030℃×20分→空冷	180℃～200℃×1h→空冷、2回	HRC60
SKD1系鋼	1030℃×20分→空冷	180℃～200℃×1h→空冷、2回	HRC60
SKH51系	1210℃×3分→油冷	540℃～560℃×1h→空冷、3回	HRC66
SKH10系	1210℃×3分→油冷	520℃～560℃×1h→空冷、3回	HRC67
SKH58系	1220℃×3分→油冷	530℃～550℃×1h→空冷、3回	HRC69
マトリックス系	1150℃×3分→油冷	520℃～550℃×1h→空冷、3回	HRC62

【0043】

そして、シャルピー衝撃試験片を用い、JIS:Z2242に規定されたシャルピー衝撃試験を行なうとともに、ノッチ方向が鍛伸方向と平行となるT方向試験片と、同じく垂直となるL方向試験片との双方について試験を行なったときに、T方向試験片について得られるシャルピー衝撃値をIT、L方向試験片について得られるシャルピー衝撃値をILとして、 IT/IL (T/L) を求めた。また、焼きなまし被削性試験片(SA)及び焼入焼戻被削性試験片(HT)を用いて、それぞれ以下の条件にて被削性試験を行なった。すなわち、焼なまし材、焼入焼戻し材ともに、被削性は超硬エンドミルで切削を行い、逃げ面摩耗幅が0.3mmとなるまでの切削長を測定し、被削性を評価する。なお、結果は、従来鋼の切削長を100として相対的に表示する。試験条件は、単一刀の超硬エンドミルにて切削幅を1mm、切削深さを3mm、切削速度を50m/min、被削材の送り量を0.05mm/刃として、切削油を用いた湿式切削により行なった。

【 0 0 4 4 】

さらに、試験後のシャルピー衝撃試験片の表面を鏡面研磨後、その表面にてSEM観察及びEPMA面分析を行い、TICSの形成面積率を求めた。なお、TICSの構造をX線回折により調べたところ、前記した $M_4Q_2C_2$ 化合物相が主体となっていることがわかった。以上の結果を表4に示す。

【 0 0 4 5 】

【表2】

区分	No	化学成分① (単位:質量%)											W	Mo	Mo+0.5W	V
		C	Si	Mn	P	Cu	Ni	Cr	Mo	W	Mo+0.5W	V				
従来鋼	1	0.55	0.25	0.94	0.017	0.08	0.08	0.21	*	*	*	*				*
比較鋼	2	0.56	0.24	0.94	0.015	0.07	0.08	0.23	*	*	*	*				*
従来鋼	3	0.55	0.26	0.95	0.016	0.08	0.07	0.23	*	*	*	*				*
比較鋼	4	0.57	0.26	0.96	0.014	0.07	0.05	0.25	*	*	*	*				*
従来鋼	5	0.55	0.25	0.98	0.017	0.06	0.07	0.22	*	*	*	*				*
比較鋼	6	0.59	0.24	0.93	0.015	0.05	0.06	0.23	*	*	*	*				*
従来鋼	7	0.58	0.26	0.96	0.015	0.07	0.06	0.22	*	*	*	*				*
比較鋼	8	0.59	0.25	0.97	0.026	0.15	0.35	0.24	0.15	0.13	0.22	0.08				
比較鋼	9	0.57	0.25	0.94	0.015	0.08	0.06	0.24	*	*	*	*				*
従来鋼	10	0.59	0.25	0.97	0.016	0.07	0.05	0.24	*	*	*	*				*
比較鋼	11	0.57	0.24	0.95	0.014	0.08	0.08	0.23	*	*	*	*				*
従来鋼	12	0.17	0.08	1.85	0.008	0.06	0.14	1.98	0.55	*	0.55	0.12				
比較鋼	13	0.18	0.07	1.86	0.009	0.08	0.15	1.97	0.55	*	0.55	0.1				
従来鋼	14	0.19	0.08	1.84	0.008	0.08	0.15	1.97	0.56	*	0.56	0.11				
比較鋼	15	0.18	0.09	1.86	0.007	0.07	0.16	1.96	0.55	*	0.55	0.11				
従来鋼	16	0.18	0.08	1.86	0.009	0.06	0.13	1.95	0.54	*	0.54	0.1				
比較鋼	17	0.19	0.09	1.85	0.009	0.07	0.14	1.96	0.54	*	0.54	0.12				
従来鋼	18	0.18	0.07	1.85	0.007	0.08	0.15	1.98	0.42	0.22	0.53	0.11				
従来鋼	19	0.19	0.08	1.86	0.008	0.07	0.13	1.97	0.53	*	0.53	0.13				
比較鋼	20	0.19	0.09	1.84	0.008	0.06	0.16	1.95	0.54	*	0.53	0.12				

【0046】

【表 3】

区分	No	化学成分② (単位: 質量%)												その他
		Co	Ti	Zr	Ti+0.52Zr	S	Se	Te	S+0.4Se+0.25Te	S-Al	O	N		
従来鋼	1	*	*	*	*	0.001	*	*	0.001	0.015	0.0028	0.013		*
比較鋼	2	*	0.02	*	0.02	0.008	*	*	0.008	0.017	0.0027	0.015		*
比較鋼	3	*	*	*	*	0.015	*	*	0.015	0.014	0.0025	0.012		*
発明鋼	4	*	0.048	*	0.048	0.016	*	*	0.016	0.014	0.0027	0.015		*
比較鋼	5	*	*	*	*	0.12	*	*	0.12	0.013	0.0028	0.013		*
発明鋼	6	*	0.37	*	0.37	0.13	*	*	0.13	0.016	0.0026	0.016		*
発明鋼	7	*	0.04	0.67	0.39	0.1	0.06	0.01	0.1265	0.017	0.0028	0.013		*
発明鋼	8	0.38	0.19	0.36	0.38	0.1	0.05	0.03	0.1275	0.015	0.0025	0.014	Ca=0.0012	
													Pb=0.12	
													Bi=0.15	
													Nb=0.008	
													Ta=0.012	
													REM=0.13	
比較鋼	9	*	*	*	*	0.85	*	*	0.85	0.015	0.0025	0.017		*
発明鋼	10	*	2.48	*	2.48	0.83	*	*	0.83	0.017	0.0024	0.015		*
比較鋼	11	*	3.8	*	3.8	1.2	*	*	1.2	0.016	0.0026	0.016		*
従来鋼	12	*	*	*	*	0.001	*	*	0.001	0.021	0.0016	0.018		*
比較鋼	13	*	*	*	*	0.027	*	*	0.027	0.022	0.0018	0.017		*
発明鋼	14	*	0.074	*	0.074	0.027	*	*	0.027	0.02	0.0017	0.017		*
発明鋼	15	*	0.025	0.1	0.077	0.003	0.036	0.034	0.026	0.021	0.0016	0.019		*
比較鋼	16	*	*	*	*	0.052	*	*	0.052	0.019	0.0015	0.018		*
発明鋼	17	*	0.12	0.06	0.151	0.05	*	*	0.05	0.018	0.0018	0.016		*
発明鋼	18	0.25	0.158	*	0.158	0.035	0.024	0.022	0.05	0.02	0.0017	0.017	Ca=0.0008	
													Pb=0.02	
													Bi=0.02	
													Bi=0.012	
													Bi=0.013	
													Bi=0.014	
発明鋼	19	*	0.09	*	0.09	0.06	*	*	0.06	0.02	0.0018	0.019	Bi=0.015	
比較鋼	20	*	3.02	1.06	3.57	0.95	0.38	0.38	1.2	0.022	0.0029	0.0018	Bi=0.016	

【0047】

【表 4】

区分	No	被 削 性		シャルピー衝撃値(J/cm2)		異方性		T1/S	TICS面積率 (%)	備考 (規格鋼)
		SA	HT	L方向	T方向	T/L				
従来鋼	1	1	1	63	40	0.63	*	*	0	0S55C系改良鋼
比較鋼	2	1.2	1.5	62	39	0.63	2.5	2.5	0.08	低TICS
比較鋼	3	4.3	5	61	33	0.54	*	*	0	A
発明鋼	4	4.2	5	61	38	0.62	3	3	0.16	A
比較鋼	5	43	55	56	27	0.48	*	*	0	B
発明鋼	6	56	70	57	33	0.58	2.8	2.8	1.28	B
発明鋼	7	53	65	55	34	0.62	3.1	3.1	1.26	B
発明鋼	8	69	88	54	31	0.57	3	3	1.3	B
比較鋼	9	330	415	48	10	0.21			0	C
発明鋼	10	320	400	47	19	0.40	3	3	8.54	C
比較鋼	11	390	500	39	17	0.44	3.2	3.2	12.08	高TICS
従来鋼	12	1	1	70	54	0.77	*	*	0	0P20系改良鋼
比較鋼	13	3.8	4.7	68	47	0.69	*	*	0	A
発明鋼	14	4	5	67	53	0.79	2.7	2.7	0.26	A
発明鋼	15	3.7	4.8	67	54	0.81	3	3	0.24	A
比較鋼	16	10	13	65	41	0.63	*	*	0	B
発明鋼	17	11	12	64	49	0.77	3	3	0.48	B
発明鋼	18	24	22	63	47	0.75	3.2	3.2	0.51	B
発明鋼	19	10	12	64	46	0.72	1.5	1.5	0.35	B
比較鋼	20	380	470	44	23	0.52	3	3	11.9	高TICS

【0048】

この結果からも明らかな通り、同じベース組成を有している合金同士において、本発明の組成を充足するものは、焼きなまし及び焼入焼戻し（あるいは焼きなまし）のいずれの状態においても被削性に優れ、かつT方向とL方向のシャルピー衝撃値の差も小さく、異方性が改善されていることがわかる。

【0049】

(実施例 2)

前記②に該当する組成の合金として、表 5 及び表 6 に示す種々の合金（ベース組成の分類は表 7 の備考欄に示す）を、実施例 1 と同様に溶製・鋳造した。得られたインゴットは、実施例 1 と同様の条件で熱間鍛造することにより鋼片とし、さらに焼きなまし処理した。その、焼きなまし鋼片から、実施例 1 と同じシャルピー衝撃試験片素材と、被削性試験片素材をそれぞれ切り出した。また、上記被削性試験片素材の 1 つを用い、その表面を仕上げ加工して焼きなまし被削性試験片とした。次に、シャルピー衝撃試験片素材及び被削性試験片素材の一つを、表 1 に示すベース組成毎に一定の条件にて焼入れ焼戻し処理を行い、さらに表面を仕上げ加工して最終的なシャルピー衝撃試験片及び焼入焼戻し被削性試験片とした。そして、実施例 1 と同様に、ロックウェル C スケール硬さ測定、シャルピー衝撃試験及び被削性試験を行なった。また、試験後のシャルピー衝撃試験片の表面を鏡面研磨後、その表面にて SEM 観察及び EPMA 面分析を行い、TICS の形成面積率を求めた。なお、TICS の構造を X 線回折により調べたところ、前記した $M_4Q_2C_2$ 化合物相が主体となっていることがわかった。以上の結果を表 7 に示す。

【 0 0 5 0 】

【表5】

区分	No	化学成分① (質量%)											Mo+0.5W	V
		C	Si	Mn	P	Cu	Ni	Cr	Mo	W				
従来鋼	101	0.37	1.05	0.46	0.009	0.08	0.05	5.34	1.23	*			1.23	0.84
比較鋼	102	0.37	1.03	0.44	0.008	0.08	0.05	5.35	1.26	*			1.26	0.86
比較鋼	103	0.38	1.04	0.45	0.008	0.08	0.06	5.36	1.27	*			1.27	0.85
発明鋼	104	0.37	1.02	0.45	0.007	0.07	0.05	5.33	1.24	*			1.24	0.85
発明鋼	105	0.38	1.05	0.46	0.008	0.09	0.06	5.34	1.25	*			1.25	0.85
比較鋼	106	0.37	1.03	0.46	0.009	0.07	0.07	5.35	1.25	*			1.25	0.84
発明鋼	107	0.36	1.02	0.45	0.007	0.08	0.05	5.35	1.24	*			1.24	0.84
比較鋼	108	0.37	1.01	0.44	0.008	0.08	0.05	5.36	1.28	*			1.24	0.85
発明鋼	109	0.39	1.03	0.46	0.009	0.07	0.07	5.33	1.24	*			1.25	0.83
比較鋼	110	0.37	1.04	0.44	0.009	0.06	0.06	5.36	1.26	*			1.26	0.85
従来鋼	111	0.33	0.05	0.59	0.009	0.05	0.35	5.45	3.08	*			3.08	0.87
比較鋼	112	0.33	0.06	0.6	0.008	0.05	0.36	5.47	3.05	*			3.05	0.86
発明鋼	113	0.36	0.05	0.61	0.007	0.06	0.34	5.44	3.04	*			3.04	0.87
比較鋼	114	0.35	0.05	0.59	0.009	0.05	0.35	5.46	3.05	*			3.05	0.86
発明鋼	115	0.36	0.07	0.6	0.008	0.07	0.34	5.45	3.06	*			3.06	0.87
従来鋼	116	0.4	0.4	0.5	0.028	0.03	0.08	4.25	0.35	4.41			2.56	0.86
比較鋼	117	0.39	0.4	0.51	0.027	0.03	0.09	4.26	0.36	4.37			2.55	0.85
発明鋼	118	0.43	0.41	0.48	0.028	0.05	0.07	4.24	0.34	4.42			2.55	0.84
比較鋼	119	0.44	0.39	0.5	0.029	0.04	0.08	4.25	0.35	4.39			2.55	0.85
発明鋼	120	0.45	0.41	0.49	0.027	0.04	0.08	4.27	0.35	4.38			2.54	0.86
従来鋼	121	0.51	0.25	0.85	0.016	0.08	1.86	1.2	0.35	*			0.35	0.15
比較鋼	122	0.51	0.26	0.84	0.018	0.07	1.87	1.22	0.34	*			0.34	0.15
発明鋼	123	0.52	0.25	0.86	0.017	0.09	1.85	1.21	0.35	*			0.35	0.16
比較鋼	124	0.5	0.24	0.85	0.016	0.07	1.85	1.2	0.35	*			0.35	0.14
発明鋼	125	0.5	0.25	0.84	0.018	0.08	1.86	1.19	0.34	*			0.34	0.16
発明鋼	126	0.53	0.24	0.86	0.015	0.07	1.86	1.21	0.36	*			0.36	0.16

【0051】

【表 6】

区分	No	化学成分② (質量%)											S-Al	0	N	その他
従来鋼	101	*	*	*	0	0.001	*	*	*	*	*	*	0.01	0.0021	0.016	*
比較鋼	102	*	0.03	*	0.03	0.009	*	*	*	*	*	0.013	0.0028	0.016	*	*
比較鋼	103	*	*	*	0	0.035	*	*	*	*	*	0.014	0.0026	0.019	*	*
発明鋼	104	*	0.09	*	0.09	0.036	*	*	*	*	*	0.011	0.0023	0.014	*	*
発明鋼	105	*	0.1	0.04	0.12	0.027	0.012	0.015	0.015	0.015	0.015	0.016	0.0023	0.016	*	*
比較鋼	106	*	*	*	0	0.13	*	*	*	*	*	0.016	0.0025	0.018	*	*
発明鋼	107	*	0.45	*	0.45	0.14	*	*	*	*	*	0.014	0.0027	0.017	*	*
比較鋼	108	*	*	*	0	0.95	*	*	*	*	*	0.015	0.0028	0.015	*	*
発明鋼	109	*	2.72	*	2.72	0.96	*	*	*	*	*	0.013	0.0025	0.016	*	*
比較鋼	110	*	3.3	*	3.3	1.08	*	*	*	*	*	0.014	0.0026	0.017	*	*
従来鋼	111	0.5	*	*	0	0.001	*	*	*	*	*	0.02	0.0016	0.018	*	*
比較鋼	112	0.48	*	*	0	0.051	*	*	*	*	*	0.018	0.0018	0.018	*	*
発明鋼	113	0.49	0.16	*	0.16	0.053	*	*	*	*	*	0.019	0.0017	0.017	*	*
比較鋼	114	0.5	*	*	0	0.95	*	*	*	*	*	0.021	0.0018	0.019	*	*
発明鋼	115	0.49	3.04	*	3.04	0.91	0.12	*	*	*	*	0.028	0.0017	0.018	*	*
従来鋼	116	4.25	*	*	0	0.001	*	*	*	*	*	0.016	0.0028	0.032	*	*
比較鋼	117	4.26	*	*	0	0.074	*	*	*	*	*	0.015	0.0026	0.03	*	*
発明鋼	118	4.24	0.23	*	0.23	0.039	*	0.15	0.15	0.15	0.15	0.017	0.0025	0.031	*	*
比較鋼	119	4.26	*	*	0	0.186	*	*	*	*	*	0.015	0.0025	0.032	*	*
発明鋼	120	4.35	0.65	*	0.65	0.182	*	*	*	*	*	0.016	0.0026	0.031	Ca=0.0032	
															Pb=0.02	
															Bi=0.02	
															Nb=0.005	
															Ta=0.017	
															REM=0.36	
従来鋼	121	*	*	*	0	0.001	*	*	*	*	*	0.001	0.0006	0.009	*	*
比較鋼	122	*	*	*	0	0.036	*	*	*	*	*	0.001	0.0008	0.008	*	*
発明鋼	123	*	0.11	*	0.11	0.038	*	*	*	*	*	0.001	0.0009	0.009	*	*
比較鋼	124	*	*	*	0	0.099	*	*	*	*	*	0.001	0.0007	0.007	*	*
発明鋼	125	*	0.29	*	0.29	0.095	*	*	*	*	*	0.001	0.0008	0.008	*	*
発明鋼	126	*	0.15	*	0.15	0.095	*	*	*	*	*	0.001	0.0009	0.008	*	*

【0052】

【表7】

区分	No	被削性		シャルピー衝撃値(J/cm ²)		異方性	Ti/S	TICS面積率(%)	備考 (規格鋼)
		SA	HT	L方向	T方向	T/L			
従来鋼	101	1	1	40	33	0.83	*	0	SKD61
比較鋼	102	1.2	1.5	39	32	0.82	3.3	0.07	低TICS
比較鋼	103	4.5	5.5	38	26	0.68	*	0	A
発明鋼	104	4.8	6	38	31	0.82	2.5	0.35	A
比較鋼	105	4.3	5.5	37	30	0.81	3.3	0.37	A
比較鋼	106	48	60	35	20	0.57	*	0	B
発明鋼	107	50	65	34	27	0.79	3.2	1.52	B
比較鋼	108	350	435	26	8	0.31	*	0	C
発明鋼	109	360	450	25	15	0.60	2.8	9.43	C
比較鋼	110	410	510	23	13	0.57	3.1	10.85	高TICS
従来鋼	111	1	1	41	39	0.95	*	0	5%Cr-3%Mo系鋼
比較鋼	112	5.8	7.5	39	29	0.74	*	0	A
比較鋼	113	5.2	6.5	38	35	0.92	3	0.54	A
比較鋼	114	340	450	29	9	0.31	*	0	B
発明鋼	115	370	460	27	19	0.70	3.2	9.6	B
従来鋼	116	1	1	38	20	0.53	*	0	SKD8
比較鋼	117	19	25	35	14	0.40	*	0	A
発明鋼	118	22	27	34	18	0.53	3	0.78	A
比較鋼	119	65	85	32	11	0.34	*	0	B
発明鋼	120	79	100	30	15	0.50	3.6	1.85	B
従来鋼	121	1	1	58	51	0.88	*	0	SKT4
比較鋼	122	5.5	7	55	40	0.73	*	0	A
発明鋼	123	6.1	7.5	56	47	0.84	2.9	0.39	A
比較鋼	124	34	43	52	34	0.65	*	0	B
発明鋼	125	34	42	53	43	0.81	3.1	0.95	B
発明鋼	126	31	44	51	40	0.78	1.6	0.45	B

【0053】

この結果からも明らかな通り、同じベース組成を有している合金同士において、本発明の組成を充足するものは、焼きなまし及び焼入焼戻しのいずれの状態においても被削性に優れ、かつT方向とL方向のシャルピー衝撃値の差も小さく、異方性が改善されていることがわかる。

【0054】

(実施例3)

前記③に該当する組成の合金として、表8及び表9に示す種々の合金（ベース

組成の分類は表 1 0 の備考欄に示す) を、実施例 1 と同様に溶製・鋳造した。得られたインゴットは、実施例 1 と同様の条件で熱間鍛造することにより鋼片とし、さらに焼きなまし処理した。その、焼きなまし鋼片から、シャルピー衝撃試験片素材 (3 号試験片に代えて 1 0 m m R ノッチを有する試験片とした以外、実施例 1 と同じ) と、被削性試験片素材をそれぞれ切り出した。また、上記被削性試験片素材の 1 つを用い、その表面を仕上げ加工して焼きなまし被削性試験片とした。次に、シャルピー衝撃試験片素材及び被削性試験片素材の一つを、表 1 に示すベース組成毎に一定の条件にて焼入れ焼戻し処理を行い、さらに表面を仕上げ加工して最終的なシャルピー衝撃試験片及び焼入焼戻し被削性試験片とした。そして、実施例 1 と同様に、ロックウェル C スケール硬さ測定、シャルピー衝撃試験及び被削性試験を行なった。また、試験後のシャルピー衝撃試験片の表面を鏡面研磨後、その表面にて S E M 観察及び E P M A 面分析を行い、T I C S の形成面積率を求めた。なお、T I C S の構造を X 線回折により調べたところ、前記した $M_4Q_2C_2$ 化合物相が主体となっていることがわかった。以上の結果を表 1 0 に示す。

【 0 0 5 5 】

【表8】

区分	No	化学成分① (質量%)											W	Mo+0.5W	V	Co
		C	Si	Mn	P	Cu	Ni	Cr	Mo							
従来鋼	201	1.25	0.31	0.34	0.018	0.11	0.02	0.35	*				3.52	1.76	0.21	*
比較鋼	202	1.21	0.32	0.35	0.017	0.08	0.01	0.36	*				3.51	1.76	0.20	*
比較鋼	203	1.21	0.32	0.33	0.015	0.13	0.03	0.35	*				3.52	1.76	0.20	*
発明鋼	204	1.30	0.31	0.32	0.017	0.13	0.01	0.35	*				3.51	1.76	0.21	*
発明鋼	205	1.32	0.32	0.33	0.015	0.12	0.02	0.36	*				3.52	1.76	0.21	*
比較鋼	206	1.23	0.35	0.34	0.016	0.09	0.02	0.36	*				3.53	1.77	0.20	*
発明鋼	207	1.29	0.35	0.32	0.015	0.09	0.02	0.35	*				3.50	1.75	0.21	*
比較鋼	208	1.27	0.34	0.33	0.018	0.11	0.03	0.35	*				3.52	1.76	0.20	*
発明鋼	209	1.35	0.32	0.42	0.02	0.15	0.07	0.75	1.03				1.52	1.79	0.20	*
発明鋼	210	1.29	1.01	1.32	0.018	0.12	0.02	1.02	0.76				0.01	0.77	0.10	*
従来鋼	211	1.02	0.31	0.98	0.009	0.11	0.02	1.21	*				*	0	*	*
比較鋼	212	1.01	0.32	0.99	0.008	0.10	0.03	1.20	*				*	0	*	*
発明鋼	213	1.12	0.33	1.01	0.007	0.09	0.02	1.19	*				*	0	*	*
比較鋼	214	1.01	0.32	1.03	0.008	0.11	0.02	1.22	*				*	0	*	*
発明鋼	215	1.23	0.31	1.02	0.009	0.12	0.03	1.19	*				*	0	*	*
従来鋼	216	0.43	0.30	0.34	0.013	0.19	0.02	0.81	*				0.78	0.39	*	*
比較鋼	217	0.45	0.32	0.62	0.013	0.13	0.03	0.80	*				0.77	0.39	*	*
発明鋼	218	0.51	0.31	0.35	0.012	0.16	0.02	0.82	*				0.79	0.40	*	*
比較鋼	219	0.43	0.29	0.37	0.015	0.12	0.25	0.79	*				0.78	0.39	*	*
発明鋼	220	0.58	0.31	0.35	0.012	0.11	0.02	0.80	*				0.79	0.40	*	*
従来鋼	221	0.81	0.32	0.45	0.018	0.17	1.67	0.38	*				*	0	*	*
比較鋼	222	0.82	0.31	0.46	0.017	0.14	1.68	0.37	*				*	0	*	*
発明鋼	223	0.91	0.31	0.45	0.016	0.15	1.65	0.38	*				*	0	*	*
比較鋼	224	0.81	0.31	0.47	0.017	0.13	1.68	0.38	*				*	0	*	*
発明鋼	225	0.91	0.28	0.45	0.018	0.12	1.69	0.36	*				*	0	*	*

【0056】

【表 9】

区分	No	化学成分② (質量%)											O	N	その他
		Ti	Zr	Ti+0.52Zr	S	Se	Te	S+0.4Se+0.25Te	S-Al						
従来鋼	201	*	*	0	0.001	*	*	0.001	0.014	0.0023	0.016	*			
比較鋼	202	*	*	0	0.152	*	*	0.152	0.015	0.0024	0.015	*			
比較鋼	203	0.031	0.03	0.047	0.008	*	*	0.008	0.017	0.0024	0.016	*			
発明鋼	204	0.312	*	0.312	0.153	*	*	0.153	0.013	0.0025	0.014	*			
発明鋼	205	0.323	0.05	0.349	0.151	0.03	0.005	0.164	0.015	0.0022	0.013	*			
比較鋼	206	*	*	0	0.768	0.04	*	0.784	0.016	0.0023	0.015	*			
発明鋼	207	2.319	*	2.319	0.752	0.03	*	0.764	0.015	0.0025	0.013	*			
比較鋼	208	3.458	*	3.458	1.17	*	*	1.17	0.016	0.0023	0.016	*			
発明鋼	209	1.254	0.05	1.280	0.403	*	0.005	0.404	0.014	0.0023	0.012	*			
発明鋼	210	0.672	*	0.672	0.203	*	*	0.203	0.015	0.0025	0.013	*			
従来鋼	211	*	*	0	0.001	*	*	0.001	0.021	0.0008	0.008	*			
比較鋼	212	*	*	0	0.210	*	*	0.210	0.023	0.0009	0.009	*			
発明鋼	213	0.813	*	0.813	0.240	*	*	0.240	0.021	0.0009	0.008	*			
比較鋼	214	*	*	0	0.622	*	*	0.622	0.022	0.0009	0.007	*			
発明鋼	215	1.982	*	1.982	0.626	0.02	*	0.634	0.023	0.0007	0.008	Ca=0.0052 Pb=0.04 Bi=0.06 Nb=0.03 Ta=0.008 REM=0.0036			
従来鋼	216	*	*	0	0.001	*	*	0.001	0.008	0.0018	0.023	*			
比較鋼	217	*	*	0	0.210	*	*	0.210	0.008	0.0021	0.025	*			
発明鋼	218	0.762	*	0.762	0.214	*	*	0.214	0.009	0.0018	0.021	*			
比較鋼	219	*	*	0.320	0.672	*	*	0.672	0.007	0.0019	0.022	*			
発明鋼	220	1.723	0.02	1.733	0.675	0.03	*	0.687	0.009	0.002	0.023	*			
従来鋼	221	*	*	0	0.001	*	*	0.001	0.018	0.0027	0.005	*			
比較鋼	222	*	*	0	0.167	*	*	0.167	0.019	0.0023	0.003	*			
発明鋼	223	0.382	*	0.382	0.164	*	*	0.164	0.017	0.0025	0.004	*			
比較鋼	224	*	*	0	0.721	*	*	0.721	0.019	0.0027	0.003	*			
発明鋼	225	1.723	*	1.723	0.719	*	0.005	0.720	0.019	0.0026	0.005	*			

【0057】

【表10】

区分	No	被削性		シャルピー衝撃値(J/cm2)		異方性	Ti/S	TICS面積率	備考
		SA	HT	L方向	T方向	T/L		(%)	(規格鋼)
従来鋼	201	1	1	32.4	17.8	0.55	*	0	SKS11
比較鋼	202	18.2	21.5	27.6	6.6	0.24	*	0	A
比較鋼	203	1.4	1.6	28.4	12.5	0.44	3.88	0.08	低TICS
発明鋼	204	27.4	29.1	27.9	10.6	0.38	2.04	1.51	A
比較鋼	205	38.2	28.7	28.6	11.2	0.39	2.14	1.66	A
比較鋼	206	41.4	39.2	26.8	6.4	0.24	*	7.84	B
発明鋼	207	39.5	38.7	25.9	9.5	0.37	3.08	7.64	B
比較鋼	208	42.1	40.4	20.8	7.5	0.36	2.96	11.30	高TICS
発明鋼	209	26.8	29.3	24.9	9.8	0.39	3.11	4.04	D
発明鋼	210	51.2	42.6	27.3	10.5	0.38	3.31	2.01	E
従来鋼	211	1	1	25.7	13.9	0.54	*	0	SK3
比較鋼	212	19.4	19.7	24.8	6.8	0.27	*	0	A
発明鋼	213	19.2	18.9	25.1	9.8	0.39	3.39	2.38	A
比較鋼	214	31.4	29.3	27.2	7.8	0.29	*	0	B
発明鋼	215	38.1	36.9	28.4	11.6	0.41	3.17	6.34	B
従来鋼	216	1	1	32.8	17.3	0.53	*	0	SKS4
比較鋼	217	28.5	29.6	29.4	8.3	0.28	*	0	A
発明鋼	218	27.6	26.9	31.2	12.8	0.41	3.56	2.12	A
比較鋼	219	37.2	37.1	32.9	8.9	0.27	*	6.75	B
発明鋼	220	38.6	38.2	35.8	13.2	0.37	2.55	6.87	B
従来鋼	221	1	1	36.8	27.2	0.74	*	0	SKS51
比較鋼	222	25.4	26.3	35.1	19.8	0.56	*	0	A
発明鋼	223	28.7	23.7	32.6	23.4	0.72	2.33	1.63	A
比較鋼	224	52.6	51.8	31.8	10.9	0.34	*	7.23	B
発明鋼	225	46.7	52.5	31.4	16.8	0.54	2.4	7.29	B

【0058】

この結果からも明らかな通り、同じベース組成を有している合金同士において、本発明の組成を充足するものは、焼きなまし及び焼入焼戻しのいずれの状態においても被削性に優れ、かつT方向とL方向のシャルピー衝撃値の差も小さく、異方性が改善されていることがわかる。

【0059】

(実施例4)

前記④に該当する組成の合金として、表11及び表12に示す種々の合金(ベ

ース組成の分類は表 1 3 の備考欄に示す) を、実施例 1 と同様に溶製・鋳造した。得られたインゴットは、実施例 1 と同様の条件で熱間鍛造することにより鋼片とし、さらに焼きなまし処理した。その、焼きなまし鋼片から、シャルピー衝撃試験片素材 (3 号試験片に代えて 1 0 m m R ノッチを有する試験片とした以外、実施例 1 と同じ) と、被削性試験片素材をそれぞれ切り出した。また、上記被削性試験片素材の 1 つを用い、その表面を仕上げ加工して焼きなまし被削性試験片とした。次に、シャルピー衝撃試験片素材及び被削性試験片素材の一つを、表 1 に示すベース組成毎に一定の条件にて焼入れ焼戻し処理を行い、さらに表面を仕上げ加工して最終的なシャルピー衝撃試験片及び焼入焼戻し被削性試験片とした。そして、実施例 1 と同様に、ロックウェル C スケール硬さ測定、シャルピー衝撃試験及び被削性試験を行なった。また、試験後のシャルピー衝撃試験片の表面を鏡面研磨後、その表面にて S E M 観察及び E P M A 面分析を行い、T I C S の形成面積率を求めた。なお、T I C S の構造を X 線回折により調べたところ、前記した $M_4 Q_2 C_2$ 化合物相が主体となっていることがわかった。以上の結果を表 1 3 に示す。

【 0 0 6 0 】

【表 1 1】

区分	No	化学成分① (質量%)											W	Mo+0.5W	V	Co
		C	Si	Mn	P	Cu	Ni	Cr	Mo							
従来鋼	301	1.02	0.31	0.67	0.009	0.05	0.15	5.01	1.1				*	*	0.35	0.02
比較鋼	302	1.05	0.31	0.71	0.009	0.05	0.15	5.11	1.18				*	*	0.39	*
発明鋼	303	1.02	0.09	0.88	0.009	0.05	0.15	5.32	1.1				*	*	0.41	*
発明鋼	304	1.00	0.32	0.85	0.009	0.05	0.15	5.27	0.89				0.62	1.2	0.35	*
従来鋼	305	1.01	0.98	0.33	0.022	0.02	0.04	8.21	2.09				*	*	0.28	*
比較鋼	306	1.02	0.88	0.35	0.023	0.02	0.03	8.01	2.17				*	*	0.34	*
比較鋼	307	1.01	0.89	0.27	0.022	0.03	0.02	8.33	1.98				*	*	0.31	0.03
発明鋼	308	1.05	0.83	0.35	0.022	0.02	0.08	8.91	2.00				*	*	0.25	*
比較鋼	309	1.02	0.92	0.32	0.021	0.05	0.05	8.65	2.19				*	*	0.27	*
発明鋼	310	1.04	0.98	0.35	0.021	0.04	0.02	8.73	1.97				*	*	0.27	*
従来鋼	311	1.49	0.33	0.45	0.016	0.08	0.01	12.11	1.14				*	*	0.42	*
比較鋼	312	1.48	0.08	0.45	0.016	0.09	0.08	11.66	0.88				*	*	0.42	*
比較鋼	313	1.49	0.23	0.46	0.011	0.02	0.03	12.0	0.96				*	*	0.33	*
発明鋼	314	1.53	0.33	0.43	0.016	0.08	0.09	12.89	1.09				*	*	0.29	*
比較鋼	315	1.50	0.29	0.42	0.015	0.05	0.05	11.6	1.07				*	*	1.07	*
発明鋼	316	1.55	0.30	0.46	0.016	0.08	0.44	11.41	1.02				*	*	0.38	*
従来鋼	317	2.29	0.44	0.33	0.022	0.05	0.06	13.44	1.03				0.02	1.04	0.05	*
比較鋼	318	2.32	0.38	0.66	0.021	0.09	0.1	12.89	0.79				0.01	0.80	0.06	*
発明鋼	319	2.35	0.32	0.45	0.016	0.07	0.01	13.21	1.14				*	*	0.03	*

【0061】

【表12】

区分	No	化学成分② (質量%)											その他
		Ti	Zr	Ti+0.52Zr	S	Se	Te	S+0.4Se+0.25Te	S-Al	O	N		
従来鋼	301	*	*	*	0.001	*	*	0.001	0.015	0.0013	0.017	*	
比較鋼	302	*	*	*	0.13	*	*	0.13	0.014	0.0016	0.018	*	
発明鋼	303	0.41	*	0.41	0.15	*	*	0.15	0.011	0.0018	0.022	*	
発明鋼	304	0.39	0.3	0.55	0.14	*	*	0.14	0.013	0.0015	0.015	*	
従来鋼	305	*	*	*	0.001	*	*	0.001	0.003	0.0026	0.008	*	
比較鋼	306	*	*	*	0.15	*	*	0.15	0.002	0.0028	0.009	*	
比較鋼	307	0.01	*	0.01	0.11	*	*	0.11	0.004	0.0025	0.009	*	
発明鋼	308	0.24	*	0.24	0.08	0.18	*	0.15	0.001	0.0027	0.009	*	
比較鋼	309	*	*	*	0.35	*	*	0.35	0.003	0.0025	0.009	*	
発明鋼	310	0.82	*	0.82	0.31	*	*	0.31	0.001	0.0028	0.01	*	
従来鋼	311	*	*	*	0.001	*	*	0.001	0.002	0.0023	0.016	*	
比較鋼	312	*	*	*	0.09	*	*	0.12	0.003	0.0022	0.017	*	
比較鋼	313	4.65	*	4.65	0.49	*	*	0.49	0.004	0.0021	0.011	*	
発明鋼	314	0.32	0.08	0.36	0.100	0.05	0.05	0.13	0.002	0.0020	0.015	Ca=0.0011	
												Pb=0.15	
												Bi=0.05	
												Nb=0.006	
												Ta=0.011	
												REM=0.10	
比較鋼	315	*	*	*	0.25	*	*	0.25	0.003	0.0022	0.014	*	
発明鋼	316	0.69	*	0.69	0.22	0.03	0.14	0.267	0.001	0.0020	0.015	*	
従来鋼	317	*	*	*	0.002	*	*	0.002	0.008	0.0012	0.008	*	
比較鋼	318	*	*	*	0.13	*	*	0.13	0.009	0.0016	0.009	*	
発明鋼	319	0.48	*	0.48	0.16	*	*	0.15	0.007	0.0014	0.010	*	

【0062】

【表 13】

区分	No	被削性		シャルピー衝撃値(J/cm ²)		T/L	Ti/S	TiCS面積率(%)	備考 (比較鋼)
		SA	HT	L方向	T方向				
従来鋼	301	1	1	51	35	0.69	*	0	SKD12
比較鋼	302	65	103	40	15	0.38	*	0	A
発明鋼	303	70	106	41	23	0.56	2.7	1.33	A
発明鋼	304	65	100	43	22	0.51	3.9	1.41	A
従来鋼	305	1	1	51	26	0.51	*	0	8%Cr系鋼
比較鋼	306	42	78	23	5	0.22	*	0	A
比較鋼	307	39	75	25	7	0.28	0.09	1.09	低TiCS
発明鋼	308	41	73	26	11	0.42	1.6	1.48	A
比較鋼	309	54	105	19	4	0.21	*	0	B
発明鋼	310	52	109	18	6	0.33	2.6	3.6	B
従来鋼	311	1	1	45	32	0.71	*	0	SKD11
比較鋼	312	60	92	39	15	0.38	*	0	A
比較鋼	313	140	150	10	3	0.30	9.5	4.65	高Ti
発明鋼	314	92	98	38	22	0.58	2.8	1.12	A
比較鋼	315	107	125	20	5	0.25	*	0	B
発明鋼	316	105	120	21	11	0.52	2.6	2.61	B
従来鋼	317	1	1	23	14	0.61	*	0	SKD1
比較鋼	318	78	107	15	6	0.40	*	0	A
発明鋼	319	88	130	20	10	0.50	3.2	1.75	A

【0063】

この結果からも明らかな通り、同じベース組成を有している合金同士において、本発明の組成を充足するものは、焼きなまし及び焼入焼戻しのいずれの状態においても被削性に優れ、かつT方向とL方向のシャルピー衝撃値の差も小さく、異方性が改善されていることがわかる。

【0064】

(実施例5)

前記⑤に該当する組成の合金として、表14及び表15に示す種々の合金(ベ

ース組成の分類は表16の備考欄に示す)を、実施例1と同様に溶製・鋳造した。得られたインゴットは、実施例1と同様の条件で熱間鍛造することにより鋼片とし、さらに焼きなまし処理した。その、焼きなまし鋼片から、抗折試験片素材(寸法:3mm×5mm×35mm)と、実施例1と同じ被削性試験片素材をそれぞれ切り出した。なお、抗折試験片素材は、長手方向に鍛伸方向を一致させた試験片(L方向試験片)と、同じく厚さ方向に一致させた試験片(T方向試験片)とを一組として作製している。また、上記被削性試験片素材の1つを用い、その表面を仕上げ加工して焼きなまし被削性試験片とした。次に、抗折試験片素材及び被削性試験片素材の一つを、表1に示すベース組成毎に一定の条件にて焼入れ焼戻し処理を行い、さらに表面を仕上げ加工して最終的な抗折試験片及び焼入れ焼戻し被削性試験片とした。そして、実施例1と同様に、ロックウェルCスケール硬さ測定及び被削性試験を行なった。他方、また、抗折試験片を用い、スパン長30mmの3点曲げ抗折試験を行ない、T方向試験片について得られる抗折力をPT、L方向試験片について得られる抗折力をPLとして、 PT/PL (T/L)を求めた。さらに、試験後の抗折試験片の表面を鏡面研磨後、その表面にてSEM観察及びEPMA面分析を行い、TICSの形成面積率を求めた。なお、TICSの構造をX線回折により調べたところ、前記した $M_4Q_2C_2$ 化合物相が主体となっていることがわかった。以上の結果を表16に示す。

【0065】

【表14】

区分	No	化学成分① (質量%)														
		C	Si	Mn	P	Cu	Ni	Cr	Mo	W	Mo+0.5W	V	Co			
従来鋼	401	0.85	0.38	0.34	0.015	0.08	0.05	4.04	5.01	5.95	7.99	1.87	0.02			
比較鋼	402	0.87	0.35	0.63	0.006	0.03	0.9	4.14	5.11	5.89	8.06	1.78	0.09			
比較鋼	403	0.81	0.42	0.12	0.002	0.23	0.23	3.89	4.83	6.02	7.84	1.73	0.012			
発明鋼	404	0.91	0.41	0.32	0.002	0.13	0.43	4.01	4.97	6.03	7.99	1.76	0.02			
発明鋼	405	0.89	0.05	0.48	0.013	0.07	0.03	4.58	5.13	6.21	8.24	1.85	0.02			
比較鋼	406	0.78	0.45	0.13	0.002	0.25	0.24	3.93	4.85	5.99	7.85	1.69	0.01			
発明鋼	407	0.81	0.42	0.12	0.002	0.23	0.23	3.89	4.83	6.02	7.84	1.73	0.012			
比較鋼	408	0.95	0.02	1.25	0.002	0.25	0.24	4.35	4.85	5.81	7.76	1.75	0.01			
発明鋼	409	0.94	0.03	1.23	0.002	0.23	0.23	4.21	4.83	5.79	7.73	1.73	0.012			
比較鋼	410	0.89	0.34	0.12	0.002	0.23	0.23	3.89	4.83	6.02	7.84	1.73	0.012			
従来鋼	411	1.45	0.33	0.25	0.009	0.05	0.15	4.33	0.15	12.33	6.32	4.55	4.89			
比較鋼	412	1.48	0.22	0.79	0.013	0.03	0.22	4.21	0.18	12.95	6.66	4.35	5.02			
発明鋼	413	1.55	0.46	0.13	0.002	0.09	0.98	3.15	0.22	14.22	7.33	4.83	5.47			
発明鋼	414	1.73	0.33	0.32	0.018	0.02	0.01	4.15	4.55	14.3	11.70	3.12	7.85			
従来鋼	415	1.13	0.38	0.27	0.028	0.03	0.04	4.25	9.55	1.52	10.31	1.23	8.65			
比較鋼	416	1.15	0.06	0.78	0.012	0.02	0.06	4.55	9.23	1.99	10.23	1.19	8.02			
発明鋼	417	1.24	0.45	0.56	0.012	0.01	0.05	6.89	8.02	4.53	10.29	1.45	10.03			
比較鋼	418	1.30	0.75	0.38	0.005	0.15	0.24	6.28	7.47	6.92	10.93	1.27	11.1			
発明鋼	419	1.34	0.78	0.39	0.004	0.12	0.22	6.14	7.28	6.98	10.77	1.23	11.48			
従来鋼	420	0.56	0.07	0.35	0.0012	0.03	0.04	4.56	3.71	1.72	4.57	0.97	0.07			
比較鋼	421	0.57	0.06	0.37	0.012	0.02	0.06	4.55	3.69	1.73	4.56	0.92	0.09			
発明鋼	422	0.58	0.06	0.29	0.011	0.05	0.11	4.63	3.65	1.69	4.50	0.87	0.11			
比較鋼	423	0.55	0.35	1.25	0.004	0.02	0.06	4.72	3.58	1.75	4.46	0.92	0.17			
発明鋼	424	0.59	0.34	1.24	0.002	0.01	0.05	4.77	3.68	1.75	4.56	0.93	0.14			

【0066】

【表 15】

区分	No	化学成分② (質量%)												その他
		Ti	Zr	Ti+0.52Zr	S	Se	Te	S+0.4Se+0.25Te	S-Al	O	N			
従来鋼	401	*	*	*	0.001	*	*	0.001	0.019	0.002	0.013		*	
比較鋼	402	*	*	*	0.132	*	*	0.132	0.020	0.003	0.012		*	
比較鋼	403	0.0342	0.03	0.05	0.009	*	*	0.009	0.018	0.001	0.009		*	
発明鋼	404	0.38	*	0.38	0.135	*	*	0.135	0.018	0.003	0.011		*	
発明鋼	405	0.242	*	0.51	0.121	0.04	*	0.137	0.017	0.001	0.015	Ca=0.0031		
												Pb=0.02		
												Bi=0.03		
												Nb=0.01		
												Ta=0.012		
												REN=0.0032		
比較鋼	406	*	*	*	0.401	*	*	0.401	0.017	0.001	0.008		*	
発明鋼	407	1.34895	0.03	1.365	0.391	*	0.03	0.399	0.019	0.001	0.009		*	
比較鋼	408	*	*	*	0.791	*	*	0.791	0.018	0.001	0.007		*	
発明鋼	409	2.53555	0.03	2.551	0.785	*	0.03	0.793	0.020	0.001	0.009		*	
比較鋼	410	3.7354	0.03	3.751	0.983	*	0.03	0.991	0.019	0.001	0.009		*	
従来鋼	411	*	*	*	0.001	*	*	0.001	0.012	0.0016	0.018		*	
比較鋼	412	*	*	*	0.23	*	*	0.23	0.011	0.004	0.015		*	
発明鋼	413	0.7035	0.03	0.719	0.21	*	*	0.21	0.100	0.007	0.019		*	
発明鋼	414	0.48384	0.01	0.489	0.256	*	0.003	0.257	0.012	0.002	0.005		*	
従来鋼	415	*	*	*	0.001	*	*	0.001	0.023	0.002	0.022		*	
比較鋼	416	*	*	*	0.115	0.15	0.009	0.177	0.022	0.009	0.011		*	
発明鋼	417	0.45	*	0.45	0.172	*	*	0.172	0.023	0.011	0.016		*	
比較鋼	418	*	*	*	2.75	*	*	2.75	0.022	0.003	0.008		*	
発明鋼	419	0.39	0.09	0.437	0.25	0.05	0.01	0.273	0.022	0.002	0.006		*	
従来鋼	420	*	*	*	0.001	*	*	0.001	0.008	0.002	0.022		*	
比較鋼	421	*	*	*	0.093	0.04	0.04	0.119	0.009	0.009	0.011		*	
発明鋼	422	0.303	0.13	0.371	0.101	0.01	0.05	0.118	0.007	0.002	0.013		*	
比較鋼	423	*	*	*	0.222	*	*	0.222	0.009	0.013	0.016		*	
発明鋼	424	0.32494	0.01	0.33	0.211	*	0.002	0.212	0.008	0.011	0.016		*	

【0067】

【表 16】

区分	No	被削性	HT	抗折力(MPa)		異方性	T/S	TICS面積率 (%)	備考 (規格鋼)
		SA		L方向	T方向	T/L			
従来鋼	401	1	1	4210	2270	0.53	*	0	SKH51
比較鋼	402	2	2.4	3780	790	0.21	*	0	A
比較鋼	403	1.5	1.7	4090	1850	0.45	5.6	0.07	低TICS
発明鋼	404	2.1	2.6	3890	1362	0.3501285	2.8	1.37	A
発明鋼	405	2.5	3.3	3710	1360	0.37	3.7	1.33	A
比較鋼	406	3.5	3.9	3200	640	0.20	*	0	B
発明鋼	407	3.5	4.0	3170	1050	0.33	3.4	3.92	B
比較鋼	408	6.2	7.3	3000	540	0.18	*	0	C
発明鋼	409	6	7.5	3070	920	0.30	3.2	8.01	C
比較鋼	410	9	11	2990	860	0.29	3.8	11.81	高TICS
従来鋼	411	1	1	3280	1640	0.50	*	0	SKH10
比較鋼	412	2.3	2.8	2890	600	0.21	*	0	A
発明鋼	413	2.4	2.7	2990	1050	0.35	3.4	2.16	A
発明鋼	414	2.6	3.1	2760	860	0.31	1.9	2.27	A
従来鋼	415	1	1	3650	1750	0.48	*	0	SKH58
比較鋼	416	2.5	3	3430	720	0.21	*	0	A
発明鋼	417	2.6	3.1	3580	1146	0.32	2.6	1.72	A
比較鋼	418	3.5	4.1	3190	620	0.19	*	0.0	B
発明鋼	419	3.3	3.9	3270	1014	0.31	1.6	2.73	B
従来鋼	420	1	1	5830	3032	0.5200686	*	0	ツリツクス・イズ
比較鋼	421	1.6	1.9	5650	1413	0.25	*	0	A
発明鋼	422	1.5	1.8	5720	2230	0.3898601	3.1	1.18	A
比較鋼	423	2.4	2.5	5190	1120	0.21	*	0.0	B
発明鋼	424	2.2	2.6	5280	1790	0.33	1.6	2.12	B

【0068】

この結果からも明らかな通り、同じベース組成を有している合金同士において、本発明の組成を充足するものは、焼きなまし及び焼入焼戻しのいずれの状態においても被削性に優れ、かつT方向とL方向のシャルピー衝撃値の差も小さく、異方性が改善されていることがわかる。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 優れた被削性を有するとともに、素材の鍛伸方向に関する機械的特性、特に靱性に異方性が生じにくい快削性工具鋼を提供する。

【解決手段】 Ti の含有率を WTi (質量%)、 Zr の含有率を WZr (質量%) として、

$WTi + 0.52WZr$ が $0.03 \sim 3.5$ 質量%

となるように、 Ti 及び／又は Zr を含有する。

さらに、 S の含有率を WS (質量%)、 Se の含有率を WSe (質量%)、 Te の含有率を WTe (質量%) として、

$WS + 0.4WSe + 0.25WTe$ が $0.01 \sim 1.0$ 質量% となり、かつ、

$(WTi + 0.52WZr) / (WS + 0.4WSe + 0.25WTe)$ が $1 \sim 4$ 、

となるように S 、 Se 及び Te の少なくともいずれかを含有する。

さらに、 Ti 及び／又は Zr を金属元素成分の主成分とし、該金属元素成分との結合成分として、 C を必須とし、 S 、 Se 及び Te の少なくともいずれかを含有する快削性付与化合物相が、断面における面積率にて $0.1 \sim 10\%$ の範囲にて組織中に分散形成されている。

【選択図】 なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2001-060809
受付番号	50100308901
書類名	特許願
担当官	寺内 文男 7068
作成日	平成13年 3月 8日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	591149229
【住所又は居所】	宮城県仙台市青葉区上杉3丁目5番20号
【氏名又は名称】	石田 清仁

【特許出願人】

【識別番号】	301000011
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
【氏名又は名称】	経済産業省産業技術総合研究所長

【特許出願人】

【識別番号】	599125467
【住所又は居所】	宮城県柴田郡柴田町西船迫4-1-34
【氏名又は名称】	及川 勝成

【特許出願人】

【識別番号】	000003713
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号
【氏名又は名称】	大同特殊鋼株式会社

【代理人】

申請人	
【識別番号】	100095751
【住所又は居所】	愛知県名古屋市中区栄二丁目9番30号 栄山吉ビル 菅原国際特許事務所
【氏名又は名称】	菅原 正倫

【書類名】 出願人名義変更届（一般承継）
【あて先】 特許庁長官殿
【事件の表示】
 【出願番号】 特願2001- 60809
【承継人】
 【識別番号】 301021533
 【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所
 【代表者】 吉川 弘之
 【連絡先】 部署名 独立行政法人産業技術総合研究所
 知的財産部知的財産管理室
 担当者 長山 隆久
 電話番号 0298-61-3282
【提出物件の目録】
 【物件名】 権利の承継を証明する書面 1
 【援用の表示】 平成6年特許願第39472号
【ブルーフの要否】 要

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-060809
受付番号	50101413357
書類名	出願人名義変更届（一般承継）
担当官	長谷川 実 1921
作成日	平成13年10月 2日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 9月26日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [591149229]

1. 変更年月日 1991年 6月13日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県仙台市青葉区上杉3丁目5番20号

氏 名 石田 清仁

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[301000011]

1. 変更年月日 2001年 1月 4日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

氏 名 経済産業省産業技術総合研究所長

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[599125467]

1. 変更年月日 1999年 9月10日

[変更理由] 住所変更

住 所 宮城県柴田郡柴田町西船迫4-1-34

氏 名 及川 勝成

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003713]

1. 変更年月日

1990年 8月27日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

氏 名

大同特殊鋼株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[301021533]

1. 変更年月日	2001年 4月 2日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区霞が関1-3-1
氏 名	独立行政法人産業技術総合研究所